

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Koki ICHIHASHI et al.

Serial No. NEW

: Attn: APPLICATION BRANCH

Filed June 27, 2003

: Attorney Docket No. 2003-0603A

LASER IRRADIATION APPARATUS AND  
METHOD  
**(Rule 1.53(b) Continuation-In-Part**  
**of International Serial No. PCT/JP02/09928,**  
**Filed September 26, 2002)**

THE COMMISIONER IS REQUESTED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2001-301713, filed September 28, 2001, as acknowledged in the Declaration of this application.

Respectfully submitted,

Koki ICHIHASHI et al.

By

Nils E. Pedersen  
Registration No. 33,145  
Attorney for Applicants

NEP/krl  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
June 27, 2003

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 9月28日

出願番号

Application Number:

特願2001-301713

[ST.10/C]:

[JP2001-301713]

出願人

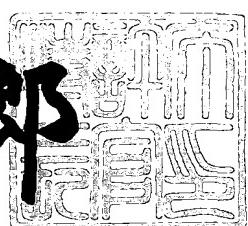
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 5月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3032608

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 2015630060  
 【提出日】 平成13年 9月28日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 B23K 26/00  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
   【氏名】 市橋 宏基  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
   【氏名】 横佩 大輔  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
   【氏名】 成田 太治  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
   【氏名】 浮田 克一  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
   【氏名】 唐崎 秀彦  
 【特許出願人】  
   【識別番号】 000005821  
   【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光照射装置と光加工装置およびその加工方法並びに電子部品

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるように前記第1の光学手段を配置した光照射装置。

【請求項2】 第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項1記載の光照射装置。

【請求項3】 ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項2記載の光照射装置。

【請求項4】 第1の光学手段として2枚以上のレンズから構成される光学系を用いた請求項1から3のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項5】 光源としてレーザ発振器を用いた請求項1から4のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項6】 第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項1から5のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項7】 コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被加工物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被加工物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって光源の光線のポインティングベクトルの始点と前記第2の光学手段の入射位置が互いに共役な関係になるように前記第1の光学手段を配置した光加工装置。

【請求項8】 第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項7記載の光加工装置。

【請求項9】 ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項8記載の光加工装置。

【請求項10】 第1の光学手段として2枚以上のレンズから構成される光学系を用いた請求項7から9のいずれかに記載の光加工装置。

【請求項11】光源としてレーザ発振器を用いた請求項7から10のいずれかに記載の光加工装置。

【請求項12】第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項7から11のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項13】コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光照射装置。

【請求項14】第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項13記載の光照射装置。

【請求項15】ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項14記載の光照射装置。

【請求項16】第2の光学手段として2枚以上のレンズから構成される光学系を用いた請求項13から15のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項17】光源としてレーザ発振器を用いた請求項13から16のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項18】第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項13から17のいずれかに記載の光照射装置。

【請求項19】コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光加工装置。

【請求項20】第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項19

記載の光加工装置。

【請求項21】ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項20記載の光加工装置。

【請求項22】第2の光学手段として2枚以上のレンズから構成される光学系を用いた請求項19から21のいずれかに記載の光加工装置。

【請求項23】光源としてレーザ発振器を用いた請求項19から22のいずれかに記載の光加工装置。

【請求項24】第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項19から23のいずれかに記載の光加工装置。

【請求項25】コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被加工物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被加工物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるよう前記第1の光学手段を配置し、光加工を行う光加工方法。

【請求項26】第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項25記載の光加工方法。

【請求項27】ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項27記載の光加工方法。

【請求項28】第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項25から27のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項29】光源としてレーザ発振器を用いた請求項25から28のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項30】第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項25から29のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項31】コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と

前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置し、光加工を行う光加工方法。

【請求項32】第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項31記載の光加工方法。

【請求項33】ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項32記載の光加工方法。

【請求項34】第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項31から33のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項35】光源としてレーザ発振器を用いた請求項31から34のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項36】第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項31から35のいずれかに記載の光加工方法。

【請求項37】請求項7から12及び請求項19から24のうちいずれかの加工装置をもちいて加工された電子部品。

【請求項38】請求項25から36のいずれかに記載のレーザ加工方法を用いて加工された電子部品。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、特にコヒーレントなビームを用いて光照射、光加工を行う光照射装置、光加工装置に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

上述した光加工装置に関する従来技術について特公平8-2511を用いて説明する。図9は従来例におけるレーザ加工装置の構成図である。

##### 【0003】

図9において901はレーザ発振機、902aはレーザ発振機901から出たレーザビーム、903と904はレーザビーム902aの断面強度分布を均一にするための非球面レンズ、905と906はレーザビーム902bの断面形状を変化

させるための凸型円筒レンズ、907は全反射ミラー、908は集光光学装置、909は被加工物、910はX-Yテーブル、911は代表的な集光レンズである平凸レンズである。

#### 【0004】

以上のように構成されたレーザ加工装置について、その機能を説明する。

#### 【0005】

レーザ発振機901から出たレーザビーム902aは、非球面レンズ903、904によりレーザビームの平行性を保ちつつ、かつ、その断面形状がガウス分布から均一分布へ変換される。均一化されたレーザビーム902bは、凸型円筒レンズ905により水平方向がいったん集光して広がり、凸型円筒レンズ905よりも焦点距離の長い凸型円筒レンズ906によってレーザビーム902bよりも水平方向が拡大された平行なレーザビーム902cとなる。レーザビーム902cは、反射ミラー907によって集光光学装置908に入射し、集光光学装置908内の各々の平凸レンズ911によりレーザビーム902eが集光され、多点スポットとして被加工物909に照射される。さらに、被加工物909は、X-Yテーブル910によって移動され、所定の加工が施される。本従来例のように非球面レンズ903、904を用いてレーザビーム902aの強度分布を均一分布にし、平凸レンズで集光し、多点スポットとして被加工物909上に照射することにより、加工点912でのレーザエネルギー密度が等しくなり、中央部でも周辺部でも均一に加工することが出来る。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら従来技術で示したようなレーザ加工装置は以下に記すような課題がある。

レーザ加工では、加工対象物の大きさや材質の種類により、最適な加工条件になるようにレーザの発振条件を変化させる。また同じ加工対象物に対しても例えばパルス発振させたレーザビームを数パルス同じ位置に照射して加工を行う場合があり、このような場合は各ショット毎にレーザ発振条件を変えながら加工を行う場合がある。

## 【0007】

レーザ発振機901から出力されるレーザビーム902aは共振器内部の光学系の熱レンズ効果等でポインティングベクトルが発振条件の変化に伴い変化することが多い。とくにスラブレーザ等の不安定共振器や共振器内部や外部に波長変換素子等多数の光学素子を配置するレーザ発振機において、発振条件の変化に伴うポインティングベクトルの変化は多く見られる。

## 【0008】

このように発振条件の変化に伴うポインティングベクトルの変化が生じると、発振条件に伴い非球面レンズ903に入射するレーザビームの位置が変化し、その結果非球面レンズ904から出射されるレーザビームの強度分布の均一性が崩れ、結果として多点スポット加工の場所により、加工状態がばらつくという問題がある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために、請求項1に記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるように前記第1の光学手段を配置した光照射装置としたものであり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した照射が可能となる。

## 【0010】

また、請求項2記載の本発明は、第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項1記載の光照射装置であり、これによりコヒーレント光のポインティングベクトルが変化しても、ビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光照射が可能となる。

## 【0011】

また、請求項3記載の本発明は、ビーム整形光学手段としてビームの強度分布

を均一にする光学手段を用いた請求項2記載の光照射装置であり、これによりコヒーレント光のポインティングベクトルが変化しても、ビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光照射が可能となる。

#### 【0012】

また、請求項4記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項1から3のいずれかに記載の光照射装置であり、安定した光照射が可能となる。

#### 【0013】

また、請求項5記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項1から4のいずれかに記載の光照射装置であり、安定した光照射が可能となる。

#### 【0014】

また、請求項6記載の本発明は、第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項1から5のいずれかに記載の光照射装置であり、安定した光照射が可能となる。

#### 【0015】

また、請求項7記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被加工物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被加工物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるように前記第1の光学手段を配置した光加工装置であり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0016】

また、請求項8記載の本発明は、第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項7記載の光加工装置であり、これによりコヒーレント光のポインティングベクトルが変化しても、ビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光加工が可能となる。

#### 【0017】

また、請求項9記載の本発明は、ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項8記載の光加工装置であり、これによりコヒーレント光のポインティングベクトルが変化しても、ビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光加工が可能となる。

## 【0018】

また、請求項10記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項7から9のいずれかに記載の光加工装置であり、安定した光加工が可能となる。

## 【0019】

また、請求項11記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項7から10のいずれかに記載の光加工装置であり、安定した光加工が可能となる。

## 【0020】

また、請求項12記載の本発明は、第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項7から11のいずれかに記載の光加工装置であり、安定した光加工が可能となる。

## 【0021】

また、請求項13記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光照射装置であり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した照射が可能となる。

## 【0022】

また、請求項14記載の本発明は、第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項13記載の光照射装置であり、これによりコヒーレント光のポイ

ンティングベクトルが変化しても、ビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光照射が可能となる。

#### 【0023】

また、請求項15記載の本発明は、ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項14記載の光照射装置であり、これによりコヒーレント光のポインティングベクトルが変化しても、ビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置を常に一定に保つことが出来、安定した光照射が可能となる。

#### 【0024】

また、請求項16記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項13から15のいずれかに記載の光照射装置であり、これにより安定した光照射が可能となる。

#### 【0025】

また、請求項17記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項13から16のいずれかに記載の光照射装置であり、これにより安定した光照射が可能となる。

#### 【0026】

また、請求項18記載の本発明は、第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項13から17のいずれかに記載の光照射装置であり、これにより安定した光照射が可能となる。

#### 【0027】

また、請求項19記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光加工装置であり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一

定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0028】

また、請求項20記載の本発明は、第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項19記載の光加工装置であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0029】

また、請求項21記載の本発明は、ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項20記載の光加工装置であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0030】

また、請求項22記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項19から21のいずれかに記載の光加工装置であり、これにより安定した加工が可能となる。

#### 【0031】

また、請求項23記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項19から22のいずれかに記載の光加工装置であり、これにより安定した加工が可能となる。

#### 【0032】

また、請求項24記載の本発明は、第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項19から23のいずれかに記載の光加工装置であり、これにより安定した加工が可能となる。

#### 【0033】

また、請求項25記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被加工物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被加工物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互

いに共役になるように前記第1の光学手段を配置し、光加工を行う光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0034】

また、請求項26記載の本発明は、第2の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項25記載の光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0035】

また、請求項27記載の本発明はビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項27記載の光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

#### 【0036】

また、請求項28記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項25から27のいずれかに記載の光加工方法であり、安定した加工が可能となる。

#### 【0037】

また、請求項29記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項25から28のいずれかに記載の光加工方法であり、これにより安定した加工が可能となる。

#### 【0038】

また、請求項30記載の本発明は、第2の光学手段と被照射物との光路に第3の光学手段を設けた請求項25から29のいずれかに記載の光加工方法であり、これにより安定した加工が可能となる。

#### 【0039】

また、請求項31記載の本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照

射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置し、光加工を行う光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化しても第2の光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

## 【0040】

また、請求項32記載の本発明は、第3の光学手段としてビーム整形光学手段を用いた請求項31記載の光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビーム整形光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

## 【0041】

また、請求項33記載の本発明は、ビーム整形光学手段としてビームの強度分布を均一にする光学手段を用いた請求項32記載の光加工方法であり、これによりポインティングベクトルが変化してもビームの強度分布を均一にする光学手段に入射するコヒーレント光の入射位置は常に一定に保たれ、安定した加工が可能となる。

## 【0042】

また、請求項34記載の本発明は、第1の光学手段としてテレスコープを用いた請求項31から33のいずれかに記載の光加工方法であり、安定した加工が可能となる。

## 【0043】

また、請求項35記載の本発明は、光源としてレーザ発振器を用いた請求項31から34のいずれかに記載の光加工方法であり、安定した加工が可能となる。

## 【0044】

また請求項36記載の本発明は、第3の光学手段と被照射物との光路に第4の光学手段を設けた請求項31から35のいずれかに記載の光加工方法であり、安定した加工が可能となる。

## 【0045】

## 【発明の実施の形態】

上記構成によれば、本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるように前記第1の光学手段を配置した光照射装置であり、光源の光線のポインティングベクトルが変化しても、第2の光学手段に入射する光線位置が変化することなく常に安定した照射が行える。

## 【0046】

また、本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被加工物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被加工物との光路に配置した第2の光学手段を備え、前記第1の光学手段にとって前記第2の光学手段の入射位置と光源の光線のポインティングベクトルの始点は互いに共役になるように前記第1の光学手段を配置した光加工装置であり、光源の光線のポインティングベクトルが変化しても、第2の光学手段に入射する光線位置が変化することなく常に安定した加工が行える。

## 【0047】

また、本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と

前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光照射装置であり、光源の光線のポインティングベクトルが変化しても、第2の光学手段に入射する光線位置が変化することなく常に安定した照射が行える。

## 【0048】

また、本発明は、コヒーレント光を出力する光源と、前記光源と被照射物との光路に配置した第1の光学手段と、前記第1の光学手段と被照射物との光路に配置した第2の光学手段と、前記第2の光学手段と被照射物との光路に配置した第3の光学手段を備え、前記第1の光学系は前記コヒーレント光を前記第1の光学系と前記第2の光学系の間に集光し、前記第2の光学手段にとって前記集光位置と前記第3の光学手段の入射位置は互いに共役になるように前記第2の光学手段を配置した光加工装置であり、これにより光源の光線のポインティングベクトルが変化しても、第2の光学手段に入射する光線位置が変化することなく常に安定した照射が行える。

## 【0049】

以下、本発明の実施の形態例を説明する。

## (実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1におけるレーザ加工装置の概略構成図である。

## 【0050】

図1において11はレーザ発振器であり、TEM00モードのレーザビームを発振するCO<sub>2</sub>レーザ発振器を用いた。12aは、CO<sub>2</sub>レーザビームであり図中にプロファイルを1本の点線で示した。13は、光伝送光学系であり、本実施例においては凸レンズ2枚から構成される。そして14は強度変換素子、15は位相整合素子、16は変倍投影光学系、17はマスク、18は投影レンズ、19は加工対象物である。

## 【0051】

次に動作について説明する。CO<sub>2</sub>レーザ発振器11から出射したCO<sub>2</sub>レーザビーム12aは光伝送光学系13によりビーム径を強度変換素子14にとって最適な径に調整されながら、強度変換素子14に入射する。強度変換素子14を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム12aの強度分布はガウス分布から位相整合素子15の位置で均一な分布になる。また位相整合素子15を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム12aの波面は歪みのない平面または球面となる。

## 【0052】

図2(a)は、ガウス分布をしているCO<sub>2</sub>レーザビーム12の強度変換素子入射

面での強度分布、図2(b)は、均一な分布をしているCO<sub>2</sub>レーザビーム12の位相整合素子出射面での強度分布を表している。

#### 【0053】

位相整合素子15を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム12aは、変倍投影光学系16を透過し、マスク17に入射する。変倍投影光学系16は、位相整合素子15の位置の像をマスク17の位置に投影する。つまり変倍投影光学系16にたいし、位相整合素子15の位置とマスク17の位置は共役な関係にある。つまり位相整合素子15の位置で均一な強度分布と揃った位相分布を持つレーザビームは伝播とともに強度分布の均一性が失われるが、変倍投影光学系16で投影されたマスク17の位置で再び均一な強度分布になる。なおマスク17において、位相分布も揃ったものとなる。なお、変倍投影光学系16の投影倍率は可変でありマスク17の位置でのレーザビームの強度分布の領域の大きさをマスクの大きさに対して最適な大きさに調整できる。

#### 【0054】

次にマスク17の開口部におけるレーザビームの強度分布は、投影レンズ18により加工対象物19上に投影される。マスク17の位置と加工対象物19の位置は、投影レンズ18からみて共役な関係にあるので、被加工物19上におけるCO<sub>2</sub>レーザビーム12の強度分布も均一になる。なお、マスク17の大きさは可変であり、マスク17の大きさと投影レンズ18の積で与えられる加工対象物19でのCO<sub>2</sub>レーザビーム12の強度分布の大きさを必要に応じて変化させることが出来る。なお光伝送光学系13、強度変換素子14、位相整合素子15、変倍投影光学系16、マスク17及び投影レンズ18は、CO<sub>2</sub>レーザビーム12aの光軸上に位置ずれ、傾きなく配置される。

#### 【0055】

ここで光伝送光学系13の機能についてもう少し詳しく説明する。

#### 【0056】

レーザ発振器11から発振されるレーザビーム12aは発振器内部の光学系の熱レンズ効果等により、発振条件の変化等に伴い、ポインティングベクトルが変化することが多い。

## 【0057】

本実施の形態例のようなレーザ加工の場合、加工対象物の種類により加工に最適な条件にレーザの発振条件を変化させる。また同じ加工対象物に対しても複数のショット数により加工を行い、ショット数によりパルス幅や繰り返し周波数等を変化させ加工を行うことがある。

## 【0058】

図3にCO<sub>2</sub>レーザビーム12aのポインティングベクトルが変化している場合の様子を示す。

## 【0059】

例えばポインティングベクトルが変化して、CO<sub>2</sub>レーザビーム12bのようなプロファイルになったとする。なお、図3の中でCO<sub>2</sub>レーザビーム12aを点線で、CO<sub>2</sub>レーザビーム12bを実線で示した。また図3において31はレーザビームのポインティングベクトルの始点である。ここで光伝送光学系13に対し、CO<sub>2</sub>レーザビーム12aのポインティングベクトルの始点と強度変換素子14の出射面は互いに共役な関係にある。つまり光伝送光学系13は、CO<sub>2</sub>レーザビーム12aのポインティングベクトルの始点位置の物体を強度変換素子14の出射面の位置に投影するように配置される。

## 【0060】

このように光伝送光学系13を配置すればCO<sub>2</sub>レーザビーム12bのようにレーザビームのポインティングベクトルが変化しても常に強度変換素子14の中心にレーザビームが入射する。一方でCO<sub>2</sub>レーザビーム12aのポインティングベクトルの始点位置と強度変換素子14の出射面とが共役な関係にならないように、光伝送光学系13を配置した場合を図4に示す。

## 【0061】

この場合強度変換素子14の中心にCO<sub>2</sub>レーザビーム12bは入射しない。强度変換素子に入射するレーザビームの入射位置が強度変換素子14の中心からずれた場合、位相整合素子15出射面での強度分布は例えば図5に示すように均一性が劣化する。

## 【0062】

そこで本実施の形態例では、テレスコープ13を、CO<sub>2</sub>レーザビーム12aのポインティングベクトルの始点位置の物体を強度変換素子14の上に投影するように配置することで、CO<sub>2</sub>レーザビーム12bのようにレーザビームのポインティングベクトルが変化しても常に強度変換素子14の中心にレーザビームを入射させ、常にレーザビームの強度分布を均一に変換できる工夫を行った。

#### 【0063】

なお本実施の形態例においてレーザビームはCO<sub>2</sub>レーザビームとしたが、YAGレーザやHe-Neレーザ等加工に適した光ならばなんでもよい。

#### (実施の形態2)

図6は本発明の実施の形態2におけるレーザ加工装置の概略構成図である。

#### 【0064】

図6において601はレーザ発振器であり、TEM00モードのレーザビームを発振するCO<sub>2</sub>レーザ発振器を用いた。602aは、CO<sub>2</sub>レーザビームであり図中にプロファイルを点線で示した。603は、集光光学系であり、本実施例においてはレンズ1枚から構成した。604、は光伝送光学系であり、本実施例においてはレンズ2枚から構成した。そして605は強度変換素子、606は位相整合素子、607は変倍投影光学系、608はマスク、609は投影レンズ、610は加工対象物である。

#### 【0065】

次に動作について説明する。CO<sub>2</sub>レーザ発振器601から出射したCO<sub>2</sub>レーザビーム602aは集光光学系603及び伝送光学系604によりビーム径を調整されながら、強度変換素子605に入射する。強度変換素子605を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの強度分布はガウス分布から位相整合素子606の位置で均一な分布になる。また位相整合素子606を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの波面は平面または球面となる。

#### 【0066】

図2(a)は、ガウス分布をしているCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの強度変換素子605の入射面での強度分布、図2(b)は、均一な分布をしているCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの位相整合素子606の出射面での強度分布を表している。

## 【0067】

位相整合素子606を透過したCO<sub>2</sub>レーザビーム602aは、変倍投影光学系607を透過し、マスク608に入射する。変倍投影光学系607は、位相整合素子606の位置の像をマスク608の位置に投影する。つまり変倍投影光学系607にたいし、位相整合素子606の位置とマスク608の位置は共役な関係にある。つまり位相整合素子606の位置で均一な強度分布と揃った位相分布を持つレーザビームは伝播とともに強度分布の均一性が失われるが、変倍投影光学系607で投影されたマスク608の位置で再び均一な強度分布になる。なお、マスク608において、位相分布も揃ったものとなる。なお、変倍投影光学系606の投影倍率は可変でありマスク608の位置でのレーザビームの強度分布の領域の大きさをマスクの大きさに対して最適な大きさに調整できる。

## 【0068】

次にマスク608の開口部におけるレーザビームの強度分布は、投影レンズ609により加工対象物610上に投影される。マスク608の位置と加工対象物610の位置は、投影レンズ609からみて共役な関係にあるので、被加工物610上におけるCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの強度分布も均一になる。なおマスク608の大きさは可変であり、マスク608の大きさと投影レンズ609の積で与えられる加工対象物610でのCO<sub>2</sub>レーザビーム602aの強度分布の大きさを必要に応じて変化させることが出来る。なお、集光光学系603、光伝送光学系604、強度変換素子605、位相整合素子606、変倍投影光学系607、マスク608及び投影レンズ609は、CO<sub>2</sub>レーザビーム602aの光軸上に位置ズレ、傾きなく配置される。

## 【0069】

ここで集光光学系603、伝送光学系604の機能についてもう少し詳しく説明する。

## 【0070】

レーザ発振器601から発振されるレーザビーム602aは発振条件の変化等に伴い、発振器内部の光学系の熱レンズ効果等によりポインティングベクトルが変化することが多い。

## 【0071】

本実施の形態例のレーザ加工装置では、加工対象物の種類により加工に最適な条件にレーザの発振条件を変化させる。また同じ加工対象物に対しても複数のショット数により加工を行い、ショット数によりパルス幅や繰り返し周波数等を変化させ加工を行うことがある。

## 【0072】

図7にCO<sub>2</sub>レーザビーム602aのポインティングベクトルが変化している場合の様子を示す。例えばポインティングベクトルが変化して、CO<sub>2</sub>レーザビーム602bのような状態になったとする。なお、図7の中でCO<sub>2</sub>レーザビーム602aを点線で、CO<sub>2</sub>レーザビーム602bを実線で示した。

## 【0073】

集光光学系603は、CO<sub>2</sub>レーザビーム602aあるいは、CO<sub>2</sub>レーザビーム602bを集光光学系603と光伝送光学系604の間に集光させる。そして、光伝送光学系はこの集光点611におけるレーザビームを強度変換素子605の出射面上に投影する。つまり伝送光学系604に対し、集光点611と強度変換素子605の出射面は共役な関係にある。また集光光学系603からなる光学系の投影倍率は、強度変換素子605に入射するレーザビームを所定のビーム径にするように決定される。

## 【0074】

図7に示すようにレーザビームのポインティングベクトルの始点がレーザ発振器側に向かって無限遠点にある場合、つまりポインティングベクトルが平行にシフトするような場合において本実施の形態に示すような集光光学系603と伝送光学系604を用いることで、レーザビームのポインティングベクトルが平行にシフトしてもつねに強度変換素子605の中心にレーザビームを入射させることが出来る。

## 【0075】

一方で光伝送光学系604に対し、集光点611と強度変換素子605の出射面が共役な関係にならないように、光伝送光学系604を配置した場合を図8に示す。

## 【0076】

この場合、強度変換素子605の中心にCO<sub>2</sub>レーザビーム602aは入射しない。強度変換素子に入射するレーザビームの入射位置が強度変換素子の中心からはずれた場合、位相整合素子606出射面での強度分布は例えば図5に示すように均一性が劣化する。そこで本実施例では、集光光学系603及び光伝送光学系604を用いてCO<sub>2</sub>レーザビーム602aあるいは、CO<sub>2</sub>レーザビーム602bを集光光学系603と光伝送光学系604の間に集光させ、光伝送光学系604で、この集光点611におけるレーザビームを強度変換素子605の出射面上に投影することで、CO<sub>2</sub>レーザビーム602bのようにレーザビームのポインティングベクトルが変化しても常に強度変換素子605の中心にレーザビームを入射させ、常にレーザビームの強度分布を均一に変換できる工夫を行った。

## 【0077】

また本実施例においてレーザビームはCO<sub>2</sub>レーザビームとしたが、YAGレーザやHe-Neレーザ等加工に適した光ならばなんでもよい。

## 【0078】

## 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、レーザビームを均一な強度分布に変換し、加工照射を行う装置において、レーザビームのポインティングベクトルが変化しても、常に均一化を行う光学系の中心にレーザビームを入射させる光学系を均一化光学系の前段に配置することで、常に品質の安定した加工を行うことが出来る。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の実施の形態1におけるレーザ加工装置の概略構成図

## 【図2】

本発明の実施の形態1におけるレーザビームの強度分布を示す概念図

## 【図3】

本発明の実施の形態1におけるビーム伝送光学系の構成と機能を表す図

## 【図4】

本発明の実施の形態1におけるビーム伝送光学系が本実施の形態の中の正しい

場所に配置されなかった場合のレーザビームの振る舞いを表す図

【図5】

本発明の実施の形態におけるビーム伝送光学系が本実施の形態の中の正しい場所に配置されなかった場合の位相整合素子位置でのレーザビームの強度分布を表す概念図

【図6】

本発明の実施の形態2におけるレーザ加工装置の概略構成図

【図7】

本発明の実施の形態2におけるビーム伝送光学系の構成と機能を表す図

【図8】

本発明の実施の形態2におけるビーム伝送光学系が本実施の形態中の正しい場所に配置されなかった場合のレーザビームの振る舞いを表す図

【図9】

従来のレーザ加工装置の概略構成図

【符号の説明】

1 1 CO<sub>2</sub>レーザ発振器

1 2 a CO<sub>2</sub>レーザビーム

1 2 b CO<sub>2</sub>レーザビーム

1 3 ビーム伝送光学系

1 4 強度変換素子

1 5 位相整合素子

1 6 変倍投影光学系

1 7 マスク

1 8 投影レンズ

1 9 加工対象物

6 0 1 CO<sub>2</sub>レーザ発振器

6 0 2 a CO<sub>2</sub>レーザビーム

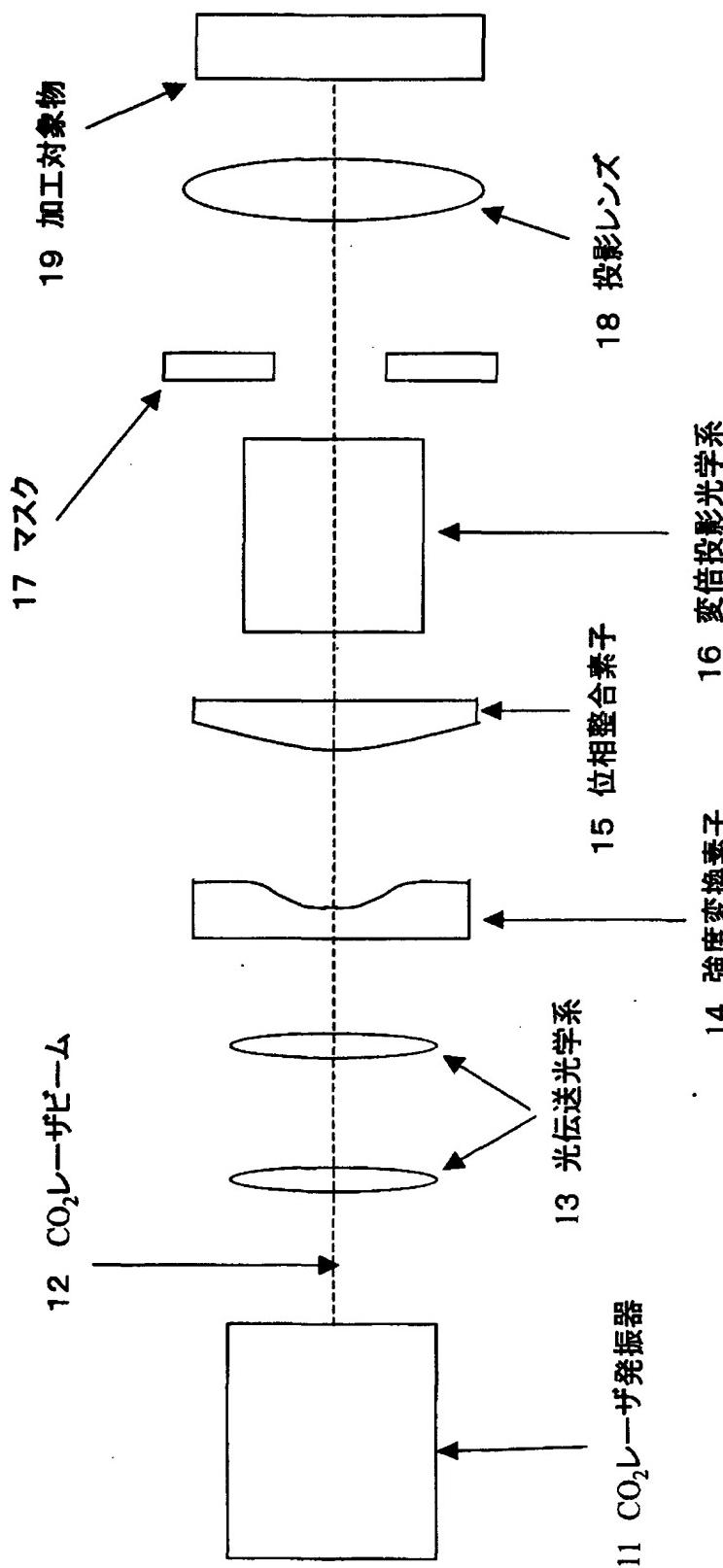
6 0 2 b CO<sub>2</sub>レーザビーム

6 0 3 集光光学系

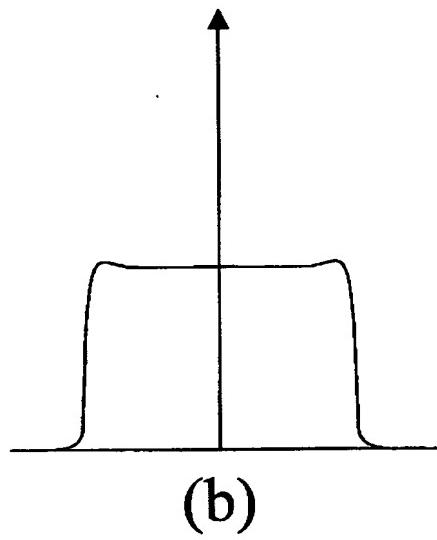
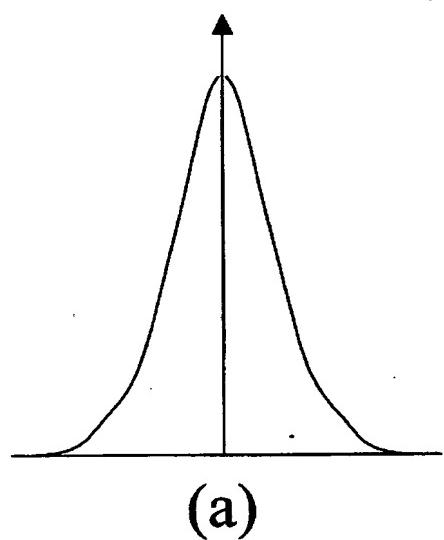
- 604 光伝送光学系
- 605 強度変換素子
- 606 位相整合素子
- 607 変倍投影光学系
- 608 マスク
- 609 投影レンズ
- 610 加工対象物
- 611 集光点

【書類名】 図面

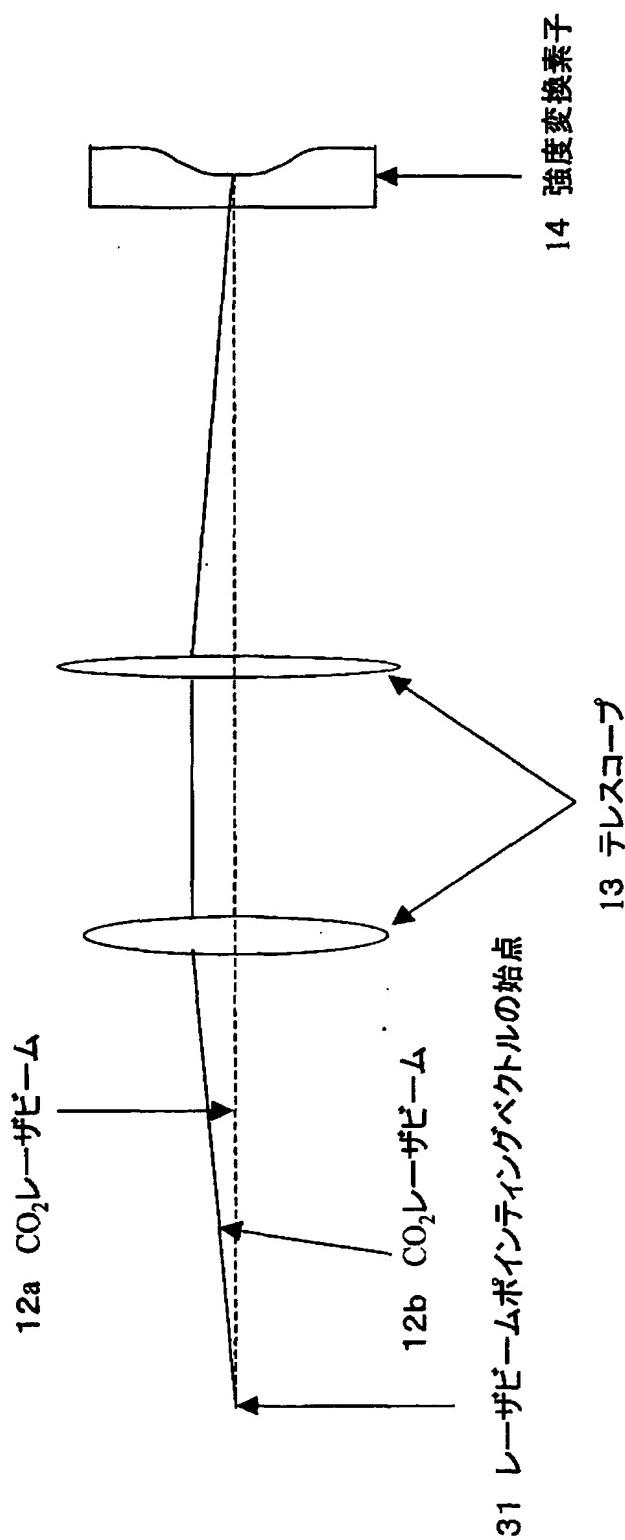
【図1】



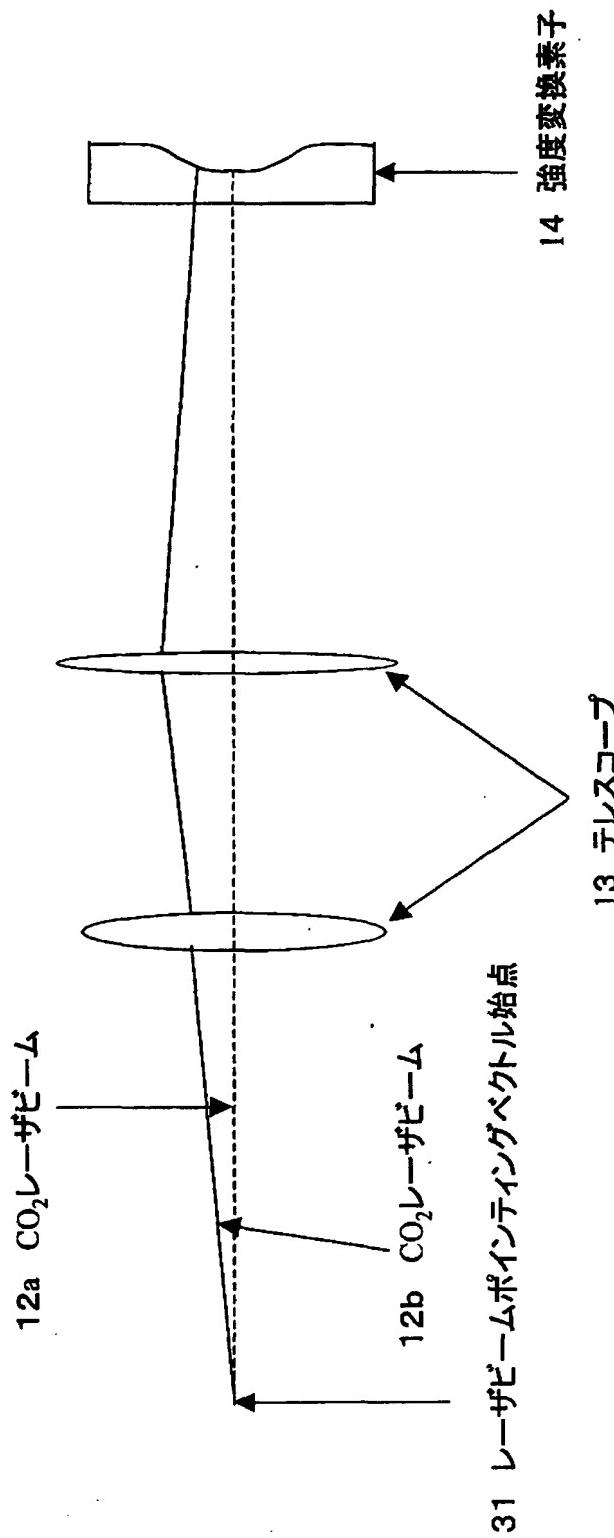
【図2】



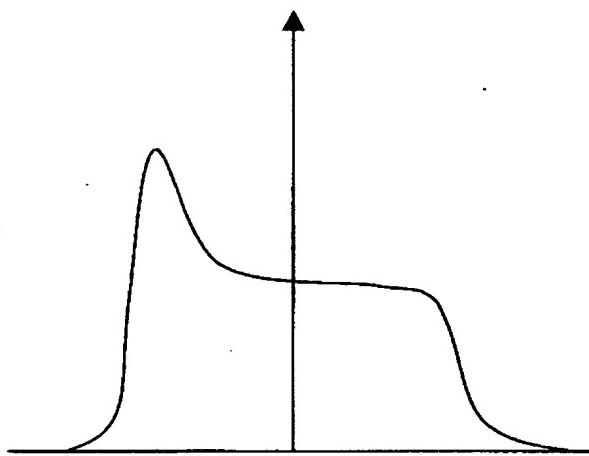
【図3】



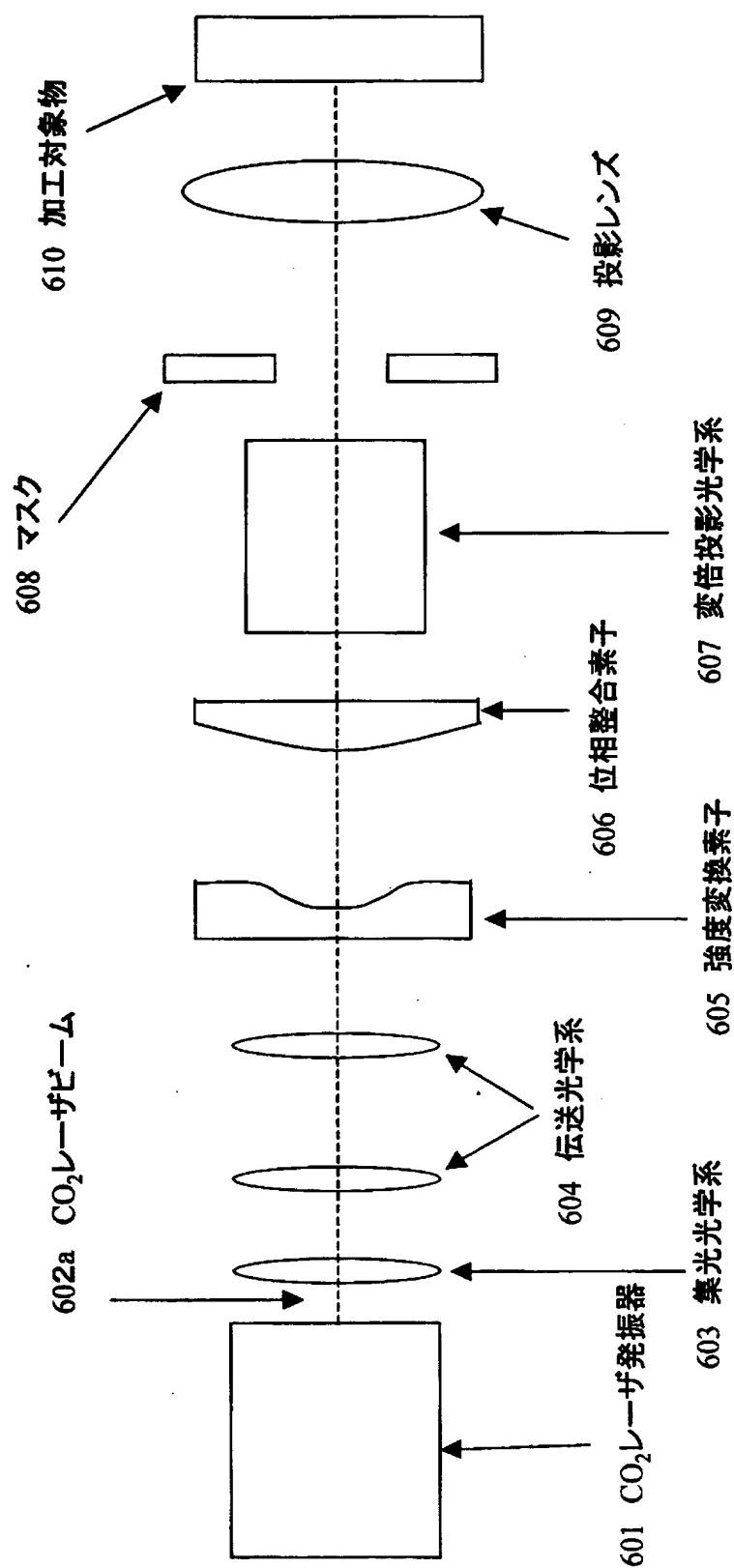
【図4】



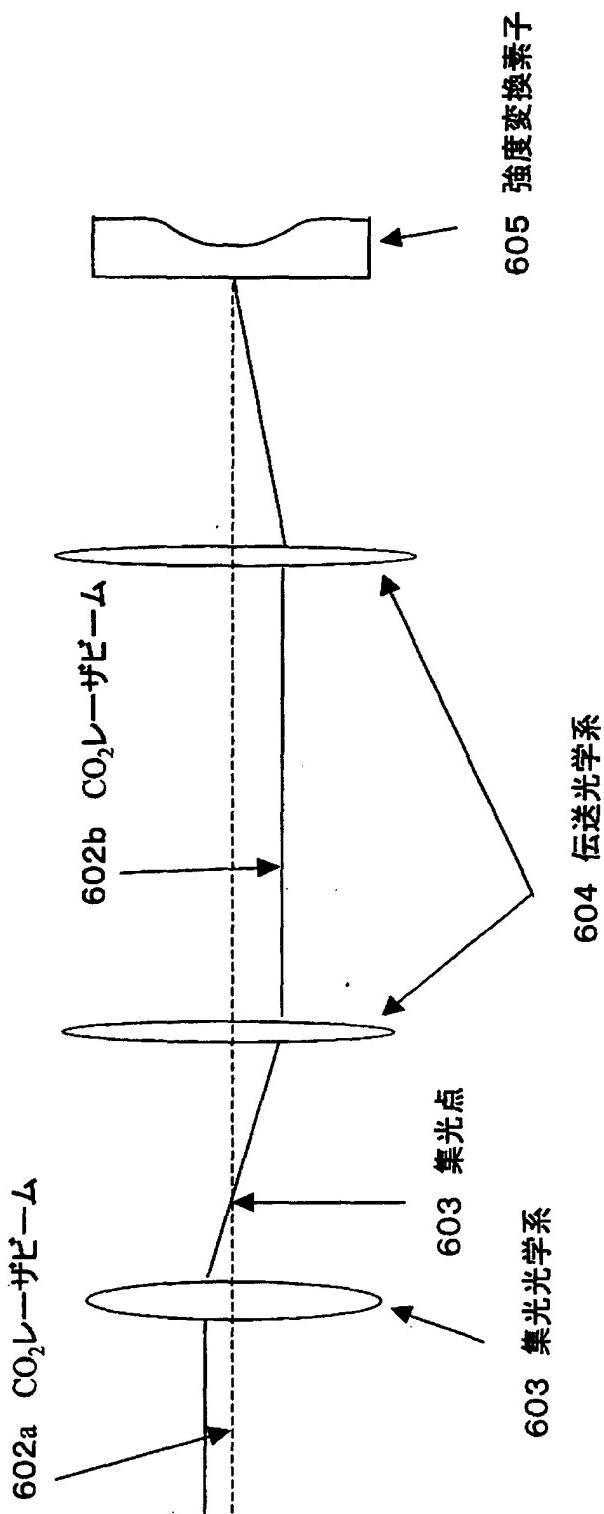
【図5】



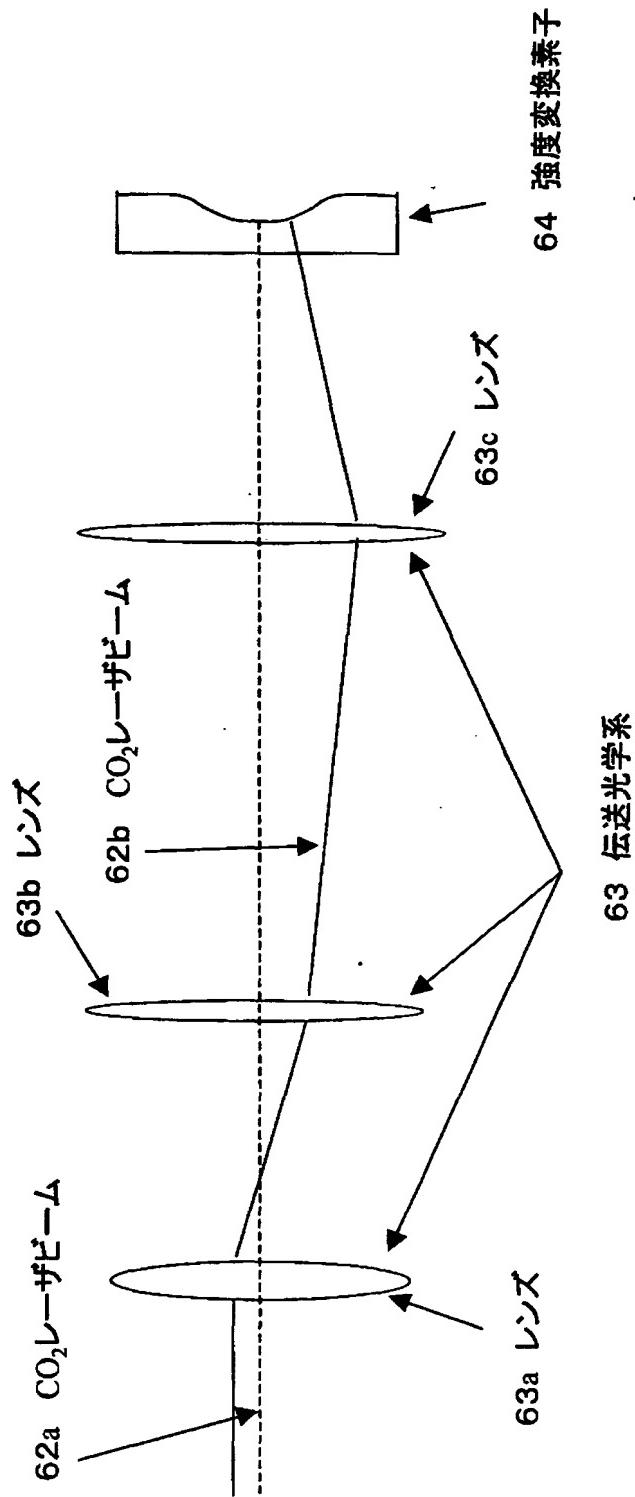
【図6】



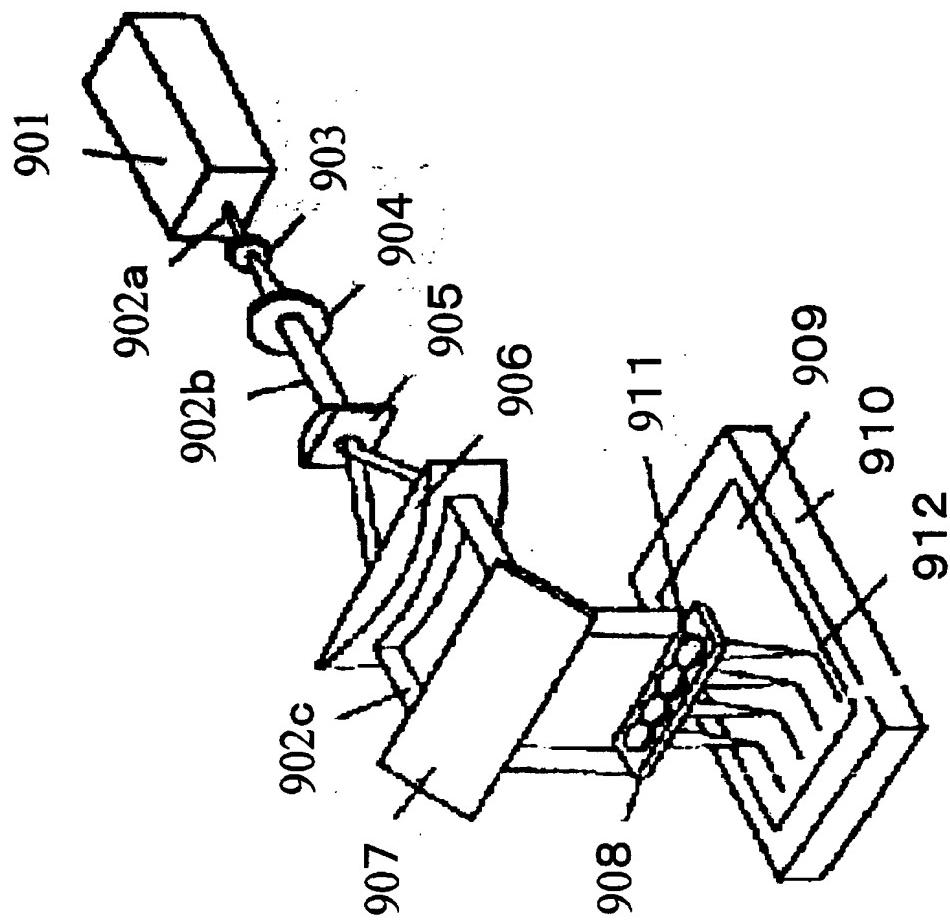
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 光照射装置及び光加工装置において光のポインティングベクトルが変化しても、常に安定した品質の良い照射、加工を行うことを目標とする。

【解決手段】  $\text{CO}_2$ レーザビーム12(a)を強度変換素子14、位相整合素子15を用いて均一な強度分布に変換し、均一な強度分布で被加工物19を加工するレーザ加工装置において、光伝送光学系13に対し、レーザビームポインティングベクトルの始点31と強度変換素子14の出射面とが互いに共役な関係になるように、光伝送光学系13を配置することで、 $\text{CO}_2$ レーザビーム12(a)のポインティングベクトルが変化しても常に強度変換素子14の中心にレーザビームが入射し、安定した加工を行うことが出来る。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社